

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 9月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-283326

出 願 人

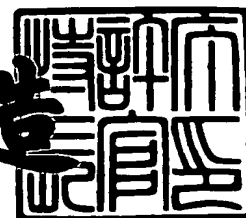
Applicant(s):

株式会社リケン

2001年 5月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3041384

【書類名】 特許願

【整理番号】 9909RK136

【提出日】 平成12年 9月19日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造殿

【国際特許分類】 C23C 16/22  
C23C 14/22

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県熊谷市末広4-14-1 株式会社リケン 熊谷  
事業所内

【氏名】 諸貫 正樹

【特許出願人】

【識別番号】 000139023

【弁理士】

【氏名又は名称】 株式会社 リケン

【代理人】

【識別番号】 100077528

【氏名又は名称】 村井 卓雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 022356

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102577

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 摺動部材

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 相手部材と相対的に当接または摺接する部位に、炭素と水素を主成分とし、金属酸化物を含む非晶質硬質炭素膜を形成したことを特徴とする摺動部材。

【請求項 2】 前記金属酸化物が Si, Ti, B 及び W からなる群より選ばれた少なくとも 1 種の元素の酸化物であることを特徴とする請求項 1 記載の摺動部材。

【請求項 3】 前記非晶質硬質炭素膜がビッカース硬度で 1800～2500 の硬さを有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の摺動部材。

【請求項 4】 前記非晶質硬質炭素膜の厚さが 2～15  $\mu\text{m}$  であることを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項に摺動部材。

【請求項 5】 請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の非晶質硬質炭素膜を、少なくともピストンリングの外周面、内周面、側面及びスペーサ耳部の 1 箇所以上に形成したことを特徴とするピストンリング。

【請求項 6】 請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の非晶質硬質炭素膜を、少なくともペーンの先端 R 面、側面の 1 箇所以上に形成したことを特徴とする圧縮機ペーン。

【請求項 7】 請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の非晶質硬質炭素膜を、少なくとも外周面に形成したことを特徴とする燃料噴射ポンプ用プランジヤ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、金属酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜を形成した自動車用、家電用などの摺動部材に関する。本発明において「硬質」とはトライボロジにおける一般的用法に沿っており（例えば「トライボロジスト Vol44, No.9, 1999、小特集硬質材料」参照）、具体的には摺動相手材より硬さが高い性質であり、特に

Hv1000以上、より好ましくはHv1500以上を指す。非晶質硬質炭素皮膜についてはトライボロジストVol41, No.9, 1996, 760から771頁に適用例が解説されている。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

自動車用内燃機関の摺動部材、例えばピストンリングの外周面、内周面及び側面、ベーン、燃料噴射ポンププランジャ外周面等は過酷な摺動条件に曝されるため高度な耐摩耗性が要求されている。

#### 【0003】

従来、これらの部位の十分な摺動特性、特に耐摩耗性を確保するために、高級な耐摩耗性材料を使用し、窒化や浸炭などの硬質皮膜形成表面処理を行って摺動機能を高めることにより耐摩耗性の向上が図られてきた。

しかしながら、従来の方向では使用材料が高価であることやまた硬質皮膜形成処理時に数百度から千度の高温での処理が必要となることから、熱変形による寸法精度の低下や硬度低下といった問題があった。

#### 【0004】

燃料噴射ポンププランジャは潤滑性の悪いガソリン環境下で摺動するため、硬質粒子を分散させた複合分散めっき皮膜が適用されているが、所定の皮膜硬度を得るためには400℃程度の熱処理が必要となるためSKD11相当の高級材を基材に使用する必要があった。

そこで、低温で耐摩耗性硬質皮膜を形成する処理方法の開発が望まれていた。

#### 【0005】

特開平3-240957号では非晶質硬度炭素-水素-珪素薄膜が摺動中に相手材表面に形成された珪素酸化物( $\text{SiO}_2$ )の薄膜が気体の吸着等による所謂コンタミネーション潤滑を示して比較的低い摩擦係数を示すことが開示されている。ここでいう珪素酸化物は予め珪素を含んだ非晶質硬質炭素-水素-珪素薄膜が相手材との摺動により相手材表面に形成されるものである。この薄膜の摩擦係数は珪素酸化物が相手材表面に形成されて初めて低くなる。

#### 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明はかかる問題点を解決すべくなされたものであり、本発明の目的は、耐摩耗性硬質皮膜の形成に高温を必要とせず、熱変形による母材の寸法精度低下や硬度低下を生じることがなく、低温で耐摩耗性硬質皮膜を形成させる方法により、摺動部位に金属酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜を形成した摺動部材を提供することにある。

また、本発明は金属酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜を提供することにより、従来の非晶質硬質炭素皮膜では実現不可能であった摺動初期から安定した低摩擦係数を得るものである。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は前記課題を解決すべくなされたものであり、炭素と水素を主成分とする非晶質硬質炭素膜に金属酸化物を含有せしめることにより、相手部材との摺動において低摩擦係数で良好な耐摩耗性を達成する。この金属酸化物はSi, Ti, B及びWからなる群から選ばれた少なくとも1種以上の元素の酸化物であることが好ましい。また、炭素中の酸素の含有量は約0.1～10原子%が好適である。

## 【0008】

本発明に係る非晶質硬質炭素膜の副成分は、主として酸化物であり、若干量の酸化物として結合していない酸素、金属元素の他にフッ素、臭素、塩素などの原料に起因する物質を含む。

本発明において、主成分である炭素と水素が構成する物質がArレーザーラマン分光法で検出される非晶質構造をもち、これにより優れた摺動特性を発揮する。一方酸化物は結晶質でも非晶質でもよい。

## 【0009】

本発明において、相手部材とは、摺動部材がピストンリングである場合は、鋳鉄、アルミニウム合金製シリンダーもしくはシリンダーライナーであり、摺動部材が圧縮機ペーンである場合は、アルミニウム合金製もしくは鉄製ローター、ハウジングであり、摺動部材が燃料噴射用プランジャである場合はSKD11相当材

である。これらは例示であり、本発明の摺動部材と相手材は非晶質硬質炭素皮膜の特性を利用することができるあらゆる部材に適用される。

#### 【0010】

本発明に係る非晶質硬質炭素膜の硬さは主として膜中の水素含有量により決定されるが、ビッカース硬度で1800以下では耐摩耗性が悪く、2500以上では皮膜が欠けやすくなるため、Hv1800～2500が好ましい。より好ましくビッカース硬度でHv1900～2400の範囲が望ましい。また、皮膜の厚さは2 $\mu$ m未満では十分な耐摩耗性が得られず、15 $\mu$ m以上では皮膜の応力により剥離し易くなるため、5～10 $\mu$ mが好適である。

続いて、各摺動部材毎の皮膜形成部位は、ピストンリングの場合は少なくとも外周面、内周面、側面及びスパーサ耳部の1箇所以上であり、圧縮機ペーンの場合は、少なくともペーンの先端R面、側面の1箇所以上であり、また燃料噴射ポンプ用プランジャの場合は少なくともプランジャの外周面である。これらピストンリング、ペーン、プランジャなどの基材は従来から使用されている材料であってよい。非晶質硬質炭素膜を摺動部材の必要な部位に形成する場合、下地金属上に直接形成しても良いし、窒化層、Crめっき皮膜、窒化珪素等の硬質粒子を分散させたNi-Cr-P系複合分散めっき皮膜、CrN、TiNなどのイオンプレーティング皮膜などの上に形成することも可能である。

#### 【0011】

このような炭素と水素を主成分とし、金属酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜は炭素原料、金属含有原料及び酸素原料を摺動部材を設置した真空室内に導入することにより摺動部材表面に形成することができる。その膜形成法としては、RFプラズマCVD法、イオンビーム蒸着法、イオンプレーティング法、真空アーク法などがあるが、以下RFプラズマCVD法の例を説明する。

#### 【0012】

炭素原料ガスとしてはメタン、アセチレンなどの炭化水素ガスを用いることができる。また、金属含有原料ガスとしてはテトラメチルシラン、テトラエチルシラン、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシランやトリエトキシボロン、三フッ化ホウ素、テトラ-*i*-プロポキシチタン、六フッ化タングステンなどを用

いることができる。

尚、成膜時に摺動部材の加熱は行わない。摺動部材はプラズマに曝されることにより、温度上昇するが200℃以下である。

#### 【0013】

##### 【作用】

このようにして摺動部材表面に形成された金属酸化物を含有する非晶質硬度炭素膜は摺動部材との密着性も良好で、高硬度で低摩擦係数であるため、相手材との摺動において耐摩耗性にも優れた性能を示す。このような金属酸化物含有の非晶質硬質炭素膜を摺動部材の相手材と当接又は摺接する部位に形成することにより、過酷な摺動条件下でも十分な耐摩耗性を確保することができる。

#### 【0014】

特に本発明による非晶質硬度炭素膜では従来の非晶質硬質炭素膜と異なり、金属酸化物を含有しているため、従来よりも低い摩擦係数が得られるという特徴がある。この性質については以下のように考察した。従来の例えば珪素を含んだ非晶質硬質炭素膜において膜硬度や摩擦係数は皮膜中の炭素量及び結合状態や膜中水素濃度に結合状態に依存すると考え、水素、珪素の組成及びそれぞれの元素の結合状態に着目した。炭素は炭素同士或いは水素と結合してs p 2結合（グラファイト構造）とs p 3結合（ダイヤモンド構造）を形成する。本発明による非晶質硬質炭素膜はA r レーザラマン分光法による測定で1550cm<sup>-1</sup>付近のブロードなG（Graphite）ピークをサブピークとする構造的な特徴を持つことが確認されており、s p 2結合とs p 3結合、すなわちグラファイト構造とダイヤモンド構造が混在した構造をとっている。

#### 【0015】

膜中での元素の結合状態に着目すると元素状珪素は炭素と結合して安定な炭化物を形成するが、部分的に未結合の電子がダングリングボンドとして残る可能性があると考えられ、構造的に不安定となり、皮膜の硬度、摩擦係数にも影響すると考えられる。膜内部にダングリングボンドが存在する場合には摺動により摩滅が進んで膜内部が雰囲気曝されると雰囲気との相互作用による化学反応、例えば酸化雰囲気であれば表面の酸化反応が進み、表面が化学的に安定な状態に到達



するまで反応が進行するものと考えられる。そこで本発明では金属元素を添加した非晶質硬質炭素膜を真空中のプラズマから生成させる時に微量の酸素を導入して、安全な炭化物になりきっていない金属元素を酸素と結合させて酸化物とすることにより安定な結合状態とすることに着眼した。

以上珪素酸化物の例を説明したが、Tiなどの場合はTiCとして炭素と化合していないTiを酸化物とすることにより同様の効果を期待することができる。

#### 【0016】

このようにして、グラファイト構造による低摩擦性とダイヤモンド構造、Si-C結合による硬質性の両方の性質を兼ね備え、加えて微量の酸素添加による安定な結合状態を持った非晶質硬質炭素膜で安定した低摩擦性が得られる膜として本発明による金属酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜を考案するに至った。

#### 【0017】

図7は珪素を含有する非晶質硬質炭素膜の成膜中に酸素添加した被膜の摩擦係数低減効果について示したものである。少量の酸素を添加することにより、摩擦係数が低減されていることがわかる。このような被膜についてX線光電子分光法(XPS)により膜中の珪素含有量及び状態について調査した結果、珪素は4原子%以下で、主として炭素と結合しSi-C結合となっているが、一部の珪素は酸素と結合してSiO<sub>x</sub>の酸化物の形態をとっていることが確認された。

すなわち、このことから珪素を含有する非晶質硬質炭素膜において膜中で安定した炭化物になっていない珪素を、酸素を添加して酸化物とすることにより安定な結合状態とさせることにより、摩擦係数が低減されることが示された。

#### 【0018】

##### 【実施例】

以下、ピストンリング、ベーンについての成膜方法について説明する。

#### 【0019】

##### 実施例1 (ピストンリング)

図1は本発明をピストンリングへ適用した実施例を示したものである。レール1の外周面1a、内周面1b及び側面1cのそれぞれハッチング部に前述したようにRFプラズマCVD法により金属酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜2を形

成する。またスパーサ 3 がレール 1 と当接する耳部 4 にも金属酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜 2 を形成する。

## 【 0 0 2 0 】

本発明に係る非晶質硬質炭素膜をピストンリングに形成するために、真空室 4 1 (図 4 1) 内に予め窒化され、洗浄しておいたピストンリング 4 2 を R F 電源 4 3 に接続された電極板 4 4 上に配設し、排気口 4 5 に接続された真空ポンプ (図示せず) により真空室 1 内を  $5.25\text{E}-8\text{Pa}$  程度まで排気した。次に真空室 4 1 内を連続的に排気しながら、ガス導入口 4 6 より A r ガスを導入して真空室 4 1 内の圧力を  $7.5\text{E}-5\text{Pa}$  程度に調節し、R F 電源 4 3 より R F 電力をピストンリング 4 2 に加えてプラズマ放電を励起し、ピストンリング表面をクリーニングした。続いて、A r ガスの流入を止め、真空室 4 1 内に炭素原料ガス、金属含有原料ガス及び酸素原料ガスを導入して、再び R F 電力を印加してプラズマ放電を励起し、ピストンリング表面の窒化層上に金属酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜を  $10\mu\text{m}$  の膜厚に形成した。炭素原料ガスとしてはアセチレンを用い、また、金属含有原料ガスとしてはテトラメチルシランを用いた。表 1 に比較例を含めた成膜条件を示した。

## 【 0 0 2 1 】

【表 1】

		実施例 1	比較例 1	比較例 2	比較例 3
クリーニング	Ar 流量 (sccm)	O <sub>2</sub> 添加 10	窒化	窒化 + Cr めっき	O <sub>2</sub> 添加なし 10
	圧力 (Pa)	$7.50\text{E}-05$			$7.50\text{E}-05$
	RF パワー (W)	300			300
	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 流量 (sccm)	30			30
成膜	TMS 流量 (sccm)	1			1
	O <sub>2</sub> 流量 (sccm)	4			0
	圧力 (Pa)	約 $1.5\text{E}-4$			約 $1.5\text{E}-4$
	RF パワー (W)	100			100

## 【 0 0 2 2 】

尚、成膜時にピストンリングの加熱は行わなかった。ピストンリングはプラズマに曝されることにより、プラズマ中の電子やイオンの衝突による衝撃により温度上昇するが表 1 に示したような条件下では 2 0 0 ℃以上の温度にまで加熱されることはなかった。

ピストンリング 4 2 を積み重ねて電極板 4 4 の上に置く図 4 の場合には、ピストンリング外周面のみに非晶質硬質炭素膜が形成される。一方、図 5 に示したように円筒状の治具 5 0 に複数個のピストンリング 4 2 を一定間隔で配設した場合にはピストンリングの外周面と側面に非晶質硬質炭素膜を形成することができる。また、図 6 に示したように複数個のピストンリング 4 2 を一定間隔で 3 本の支持棒 6 0 により内周側より支えるように配設すると、ピストンリングの外周面、側面及び内周面（支持棒により陰になる部分を除く）に非晶質硬質炭素膜を形成することができる。

## 【 0 0 2 3 】

図 4 に示したようにピストンリングを積み重ねて、表 1 に示した条件で外周面に非晶質硬質炭素膜を形成した。かくして表面処理されたピストンリングについてモータリング試験により摩擦損失の測定を行った。相手材は F C 2 5 0 のシリンドラライナーで、回転数 1 0 0 r p m. オイルは低粘度油（4 0 ℃、5 c S t）で行った。その結果を図 8 に示した。

## 【 0 0 2 4 】

## 比較例 1

比較のため実施例 1 で用いたのと同じ窒化ピストンリングにつき何ら皮膜形成表面処理なしで、実施例 1 と同じ条件で摩擦損失を測定した。その結果を図 8 に併せて示した。

## 【 0 0 2 5 】

## 比較例 2

比較のため実施例 1 で用いたのと同じ窒化したピストンリングにクロムめっき

層を約  $20\mu$  の厚さに形成したものにつき、実施例 1 と同じ条件で摩擦損失を比較した。その結果を図 8 に併せて示した。

#### 【0026】

##### 比較例 3

比較のため成膜中に酸素を添加せずに珪素が炭化物としてのみ存在する非晶質硬質炭素膜をピストンリング外周面に約  $10\mu\text{m}$  の厚さに形成した。このような膜を形成したピストンリングについて摩擦損失を測定した結果を図 8 に併せて示した。

図 8 から明らかなように、本実施例 1 によるピストンリングでは窒化層のみの比較例 1 に対して 11.6% 摩擦損失が低減されていることがわかる。この値は比較例 2 の窒化+クロムめっきに対しても約 8% 低い値となっている。また、酸素が添加されず珪素が炭化物としてのみ存在する比較例 3 の非晶質硬質炭素膜に対しても本実施例 1 の摩擦損失は約 3.2% 低減されている。すなわち、この結果から、珪素を含有する非晶質硬質炭素膜で酸素を微量添加することにより膜中で完全な炭化物になっていない構造的に不安定な珪素を酸化物とし、より安定な珪素酸化物とし、より安定な結合状態とした本発明の非晶質硬質炭素膜はより低い摩擦係数が実現できるため、酸化物が形成されていない非晶質硬質炭素膜よりも摩擦損失が低減出来ることが示された。

#### 【0027】

##### 実施例 2 (ペーン)

図 2 (A) はコンプレッサー用ペーン 20 (母材材質は SKH51) の斜視図である。図 2 (B) はペーン 20 の断面を示した図であるが、先端 R 面 20b と 4 つの側面に前述と同様の方法で RF プラズマ CVD 法により珪素酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜 2 を形成した。表 2 は実施例 2 とその比較例の作製条件について示したものである。

#### 【0028】

【表 2】

		実施例2	比較例4	比較例5	比較例6
母材		SKH51			
処理		O2添加	処理なし(SKH51)	IP-CrN	O2添加なし
クリーニング	Ar流量(sccm)	10			10
	圧力(Pa)	7.50E-05			7.50E-05
	RFパワー(W)	300			300
成膜	C2H2流量(sccm)	30			30
	TMS流量(sccm)	1			1
	O2流量(sccm)	4			0
	圧力(Pa)	約1.5E-4			約1.5E-4
	RFパワー(W)	100			100
摩擦係数		0.05	0.1	0.1	0.1

## 【0 0 2 9】

図 2 (B) に示したようにベーン 2 0 の底面 2 0 c を除く面に非晶質硬質炭素膜を形成する場合には図 4 に示した装置において電極板 4 4 上にベーンを底面を下にして一定間隔で立てて並べる。

図 2 に示したような先端 R 面 2 0 b と 4 つの側面に金属酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜をコーティングしたベーンの耐摩耗性評価試験を行った。相手材は FC250 材とし、荷重 9 8 . 1 N / m m 、摺動速度 0 . 5 m / s e c . で 4 時間行った。図 9 はその結果を示したものである。

## 【0 0 3 0】

## 比較例 4

比較のため実施例 2 で用いたのと同じ S K H 5 1 に皮膜形成の表面処理をしないベーンを用意し、耐摩耗性を比較した。その結果を図 9 に併せて示した。

## 【 0 0 3 1 】

## 比較例 5

比較のため実施例 2 で用いたのと同じ S K H 5 1 にイオンプレーティング法により C r N 膜を約 5  $\mu$  m の膜厚で形成したペーンを用意し、耐摩耗性を比較した。その結果を図 9 に併せて示した。

## 【 0 0 3 2 】

## 比較例 6

比較のため成膜中に酸素を添加せずに珪素が炭化物としてのみ存在する非晶質硬質炭素膜をペーンに約 1 0  $\mu$  m の厚さに形成した。このような膜を形成したペーンについて耐摩耗性を比較評価した結果を図 9 に併せて示した。

## 【 0 0 3 3 】

図 9 から明らかなように無処理の S K H 5 1 (比較例 4) が最も摩耗量は大きく、ついで酸素無添加の非晶質硬質炭素膜 (比較例 6) の摩耗量が 2 番目に大きく、実施例 2 は比較例 5 のイオンプレーティングによる C r N 膜と同等の非常に小さな摩耗量となっていることがわかる。

さらに、表 2 に示したように摩擦係数に着目すると実施例 2 は比較例に比べて低い摩擦係数となっている。

すなわち、この結果から、珪素を含有する非晶質硬質炭素膜に酸素を微量添加することにより、膜中で完全な炭化物になっていない構造的に不安定な珪素を酸化物とし、より安定な結合状態とした非晶質硬質炭素膜は酸化物が形成されていない非晶質硬質炭素膜に比べて良好な耐摩耗性を示し、加えて低い摩擦係数が実現できることが示された。

## 【 0 0 3 4 】

## 実施例 3 (プランジャ)

図 3 は燃料噴射ポンププランジャー (材質 S K D 1 1 相当材) の断面図を示したものである。プランジャ 3 0 の円筒外周部 3 0 a に前述と同様の方法で R F プラズマ C V D 法により珪素酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜 2 を形成した。

図 4 に示したような装置でプランジャーの片端を保持して電極板 4 4 上に複数個一定間隔で整列させ、実施例 2 と同様の条件により、プランジャーの外周面に

珪素酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜を膜厚  $10\ \mu\text{m}$  形成した。

このようなプランジャーでガソリン潤滑下での耐焼き付き性評価試験を行った。摺動速度  $8\text{m/s}$ 、荷重条件  $\text{max } 250\text{MPa}$  まで行った。表3はその結果を示した。

【0035】

【表3】

		実施例3	比較例7	比較例8	比較例9
母材		SKD11			
処理		O2添加	処理なし(SKD11)	Ni-Co-Pめっき	O2添加なし
クリーニング	Ar流量(sccm)	10			10
	圧力(Pa)	$7.50\text{E-}05$			$7.50\text{E-}05$
	RFパワー(W)	300			300
成膜	C2H2流量(sccm)	30			30
	TMS流量(sccm)	1			1
	O2流量(sccm)	4			0
	圧力(Pa)	$\text{約}1.5\text{E-}4$			$\text{約}1.5\text{E-}4$
	RFパワー(W)	100			100
焼き付き荷重(MPa)		25>	10	20	22

【0036】

#### 比較例7

比較のため実施例2で用いたのと同じSKD11に皮膜形成表面処理をしないプランジャーの耐焼き付き性を実施例2と同じ方法で試験した。その結果を表3に併せて示した。

【0037】

#### 比較例8

比較のため実施例 3 で用いたのと同じ S K D 1 1 に複合分散めっき法により硼素を含有する N i - C o - P 系めっき膜を形成した製のプランジャーの耐焼き付き性を実施例 3 と同じ方法で試験した。その結果を表 3 に併せて示した。

#### 【 0 0 3 8 】

##### 比較例 9

比較のため成膜中に酸素を添加せずに珪素が炭化物としてのみ存在する非晶質硬質炭素膜炭素膜をプランジャーに約  $10\mu\text{m}$  の厚さに形成した。このような膜を形成したプランジャーについて耐焼き付き性を比較評価した結果を表 3 に併せて示した。

#### 【 0 0 3 9 】

表 3 に示した焼き付き性荷重値から明らかなようになんら皮膜形成表面処理をしていない S K D 1 1 のプランジャーでは  $10\text{MPa}$  付近で焼き付きが発生する。また硼素を含有する N i - C o - P 系めっき膜では約  $20\text{MPa}$  程度で焼き付きが発生する。さらに珪素酸化物を含有しない非晶質硬質炭素膜では  $22\text{MPa}$  程度で焼き付きが発生するが、珪素酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜は最大荷重である  $25\text{MPa}$  まで焼き付きを発生しなかった。

すなわち、このことから珪素を含有する非晶質硬質炭素膜で酸素を微量添加することにより膜中で完全な炭化物になっていない構造的に不安定な珪素を酸化物とし、より安定な結合状態とした本発明の非晶質硬質炭素膜が酸化物が形成されていない非晶質硬質炭素膜に比べて良好な耐焼き付き性を実現できることが示された。

#### 【 0 0 4 0 】

##### 【発明の効果】

自動車用、家電用で過酷な摺動条件で使用される摺動部材に、N i もしくは C o 系のような高価な耐熱材料を使用することなく、摺動部材の相手材と当接又は摺接する部位に室温付近の低温雰囲気中で金属酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜を形成することにより、母材の熱変形による寸法精度の低下がなく、均一で密着性の良い高高度の皮膜を容易に形成することができる。

これにより摺動部材の耐摩耗性、耐焼き付き性を大幅に改善することができ、



ピストンリング、ベーン、プランジャの摺動部分を低摩擦係数で高硬度での皮膜でコーティングすることにより摩擦損失を低減し、耐摩耗性及び耐焼き付き性が向上し、耐久性が改善される。

また、予め膜中に摩擦係数を低減させる金属酸化物が含まれているため、酸化雰囲気でも無の場合や真空中でも低摩擦係数が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明を適用したピストンリングの断面図である。

【図 2】 図 2 (A) は本発明を適用したコンプレッサ用ベーンの斜視図であり、図 4 (B) はベーンの断面図である。

【図 3】 本発明を適用した燃料噴射ポンプ用プランジャの断面図である。

【図 4】 本発明による非晶質硬質炭素膜を形成するための R F プラズマ C V D 装置の概要を示した図である。

【図 5】 本発明を適用したピストンリングで外周面、側面に非晶質硬質炭素膜を形成する場合の方法について示した図である。

【図 6】 本発明を適用したピストンリング外周面、側面、内周面に非晶質硬質炭素膜を形成する方法について示した図である。

【図 7】 酸素流量と摩擦係数の関係を示すグラフである。

【図 8】 実施例及び比較例の摩擦損失を示すグラフである。

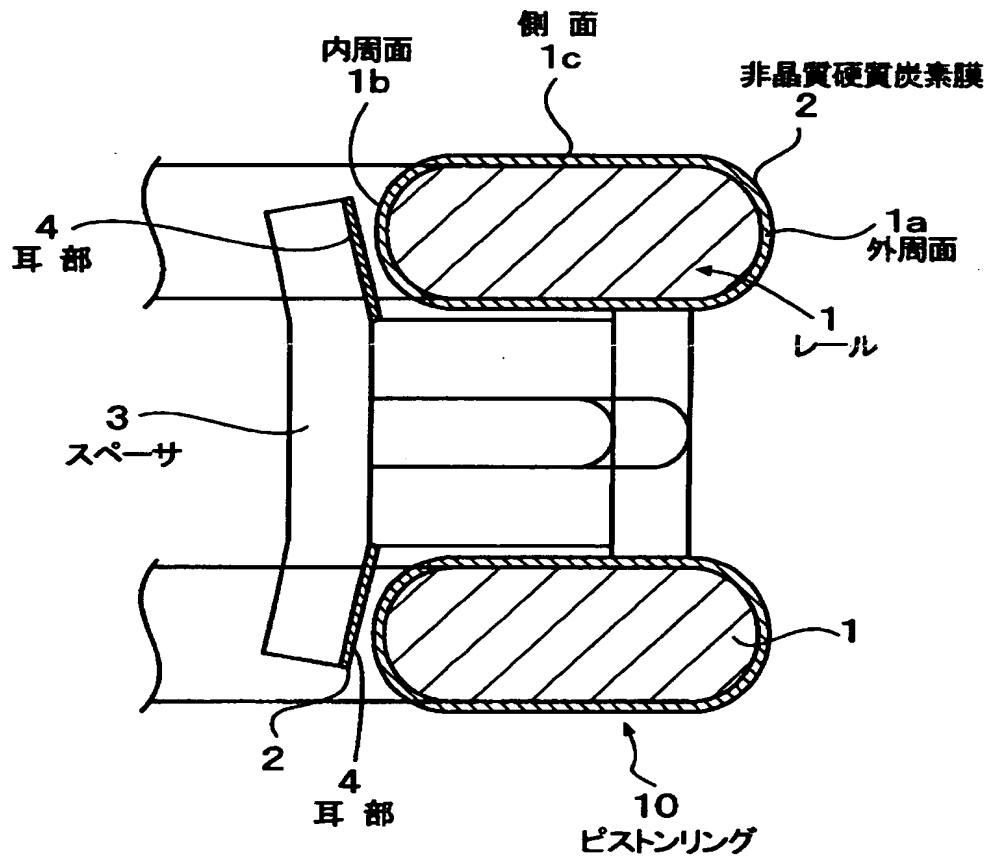
【図 9】 実施例及び比較例のベーン摩耗量を示すグラフである。

【符号の説明】

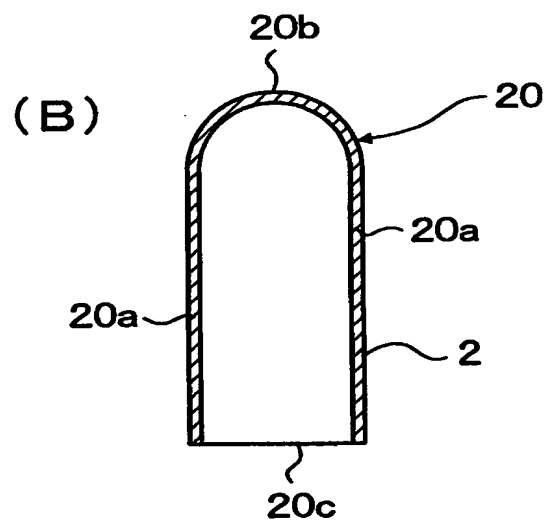
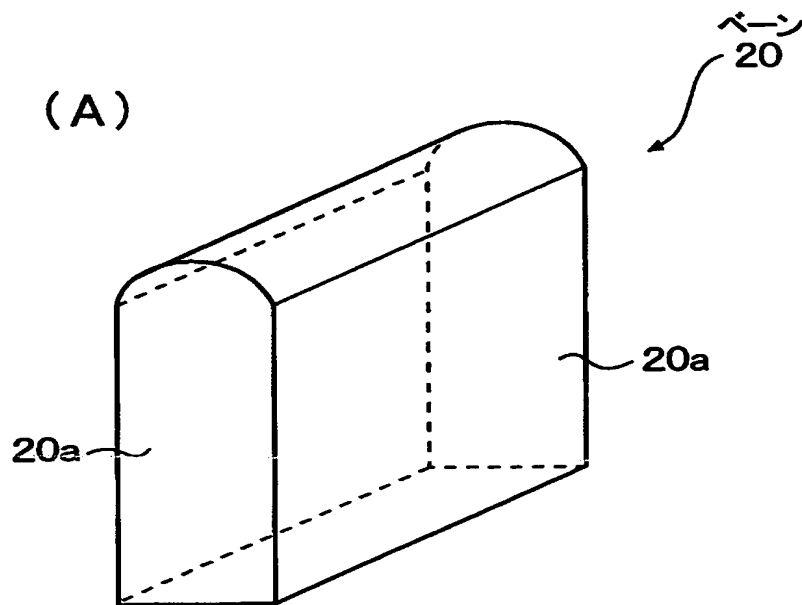
- 1・・・レール
- 2・・・金属酸化物を含有する非晶質硬質炭素膜
- 3・・・スペーサ
- 4・・・耳部
- 20・・・ベーン
- 30・・・プランジャ

【書類名】 図面

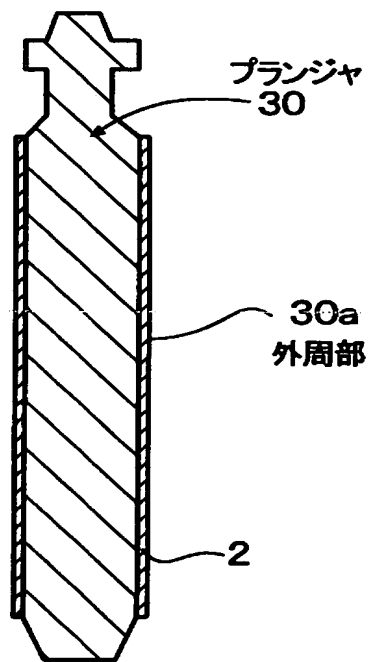
【図 1】



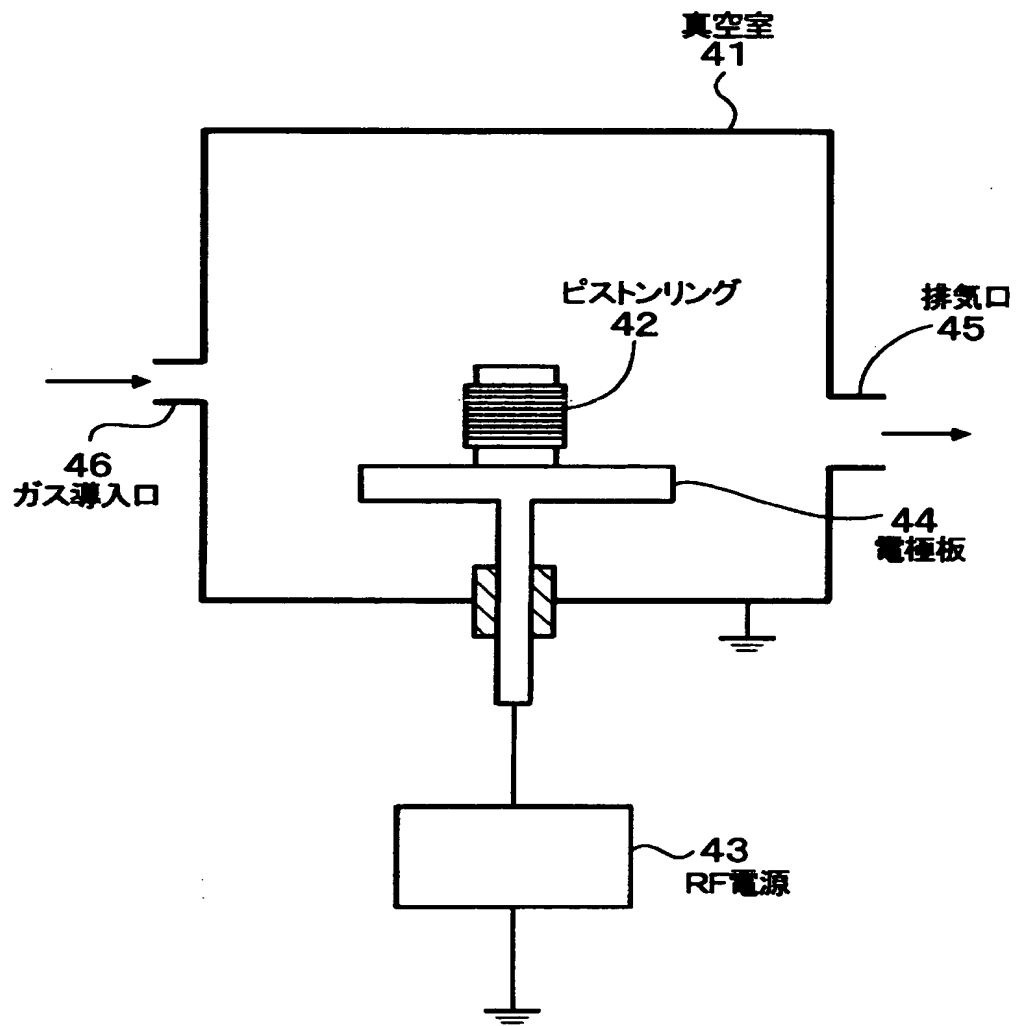
【図 2】



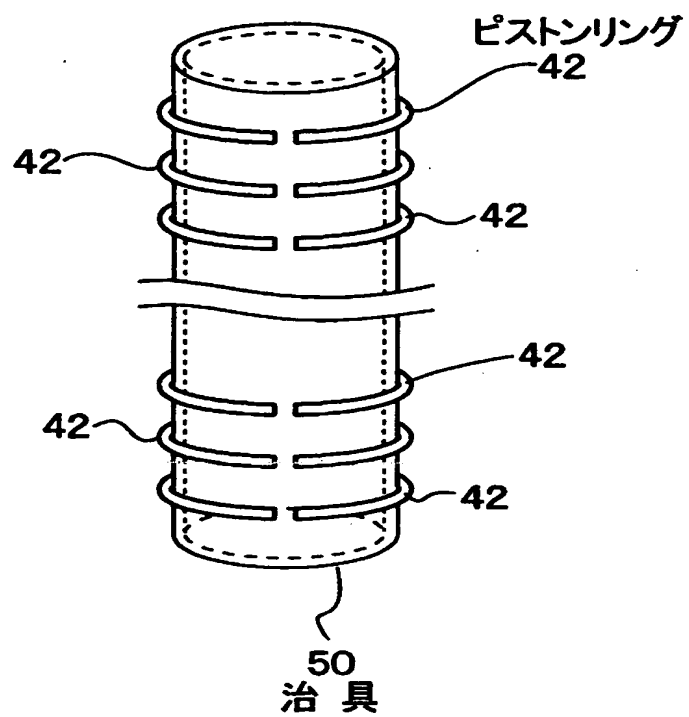
【図 3】



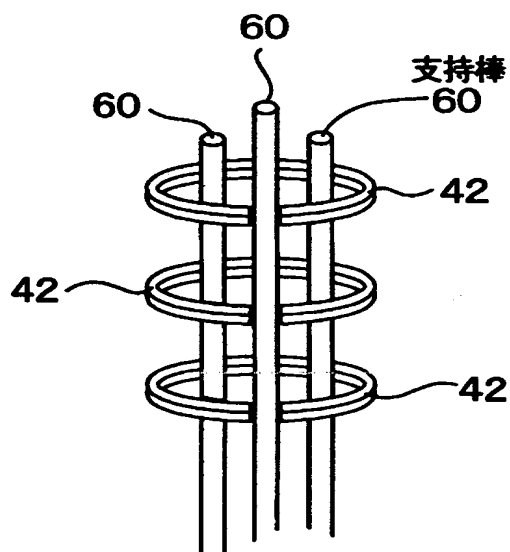
【図 4】



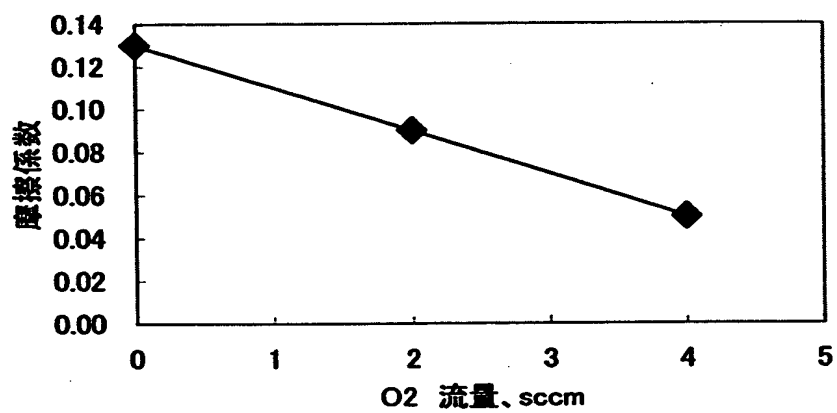
【図 5】



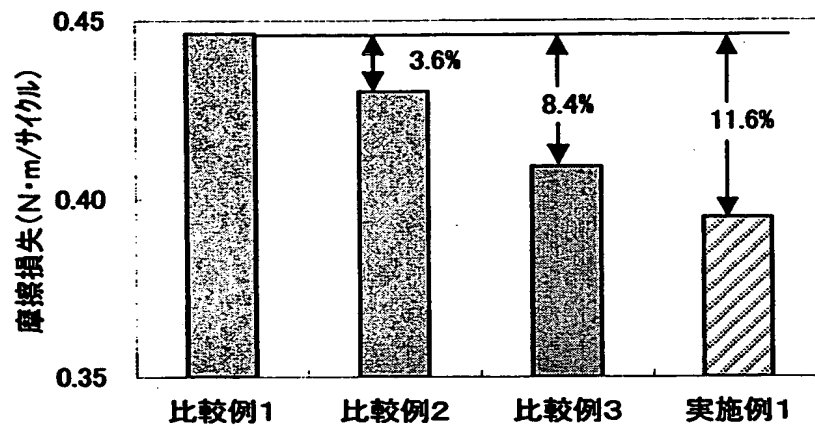
【図 6】



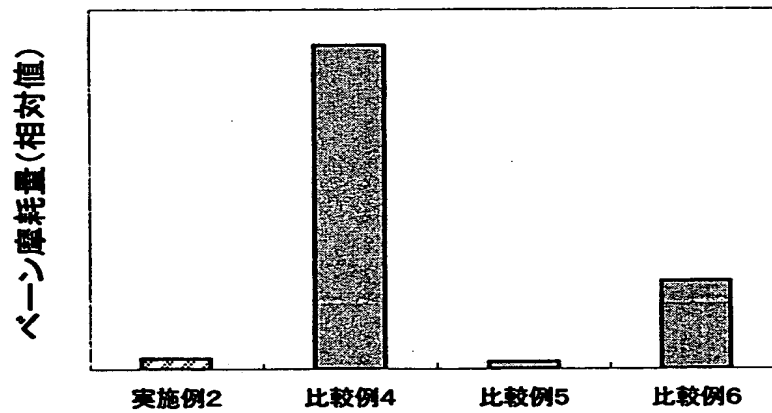
【図 7】



【図 8】



【図 9】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐摩耗性硬質皮膜の形成に高温を必要とせず、熱変形による母材の寸法精度低下や硬度低下を生じることがなく、低温で耐摩耗性硬質皮膜を摺動部材に形成させる。

【解決手段】 相手部材と相対的に当接または摺接する部位に、炭素と水素を主成分とし、金属酸化物を含む非晶質硬質炭素膜を形成したことを特徴とする摺動部材。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000139023]

1. 変更年月日	1990年 9月 1日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区九段北1丁目13番5号
氏 名	株式会社リケン